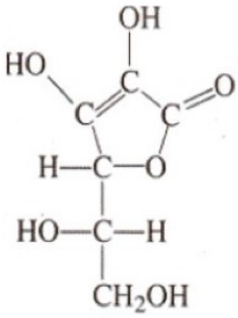
chapitre 5- Activité expérimentale -
Etude du Vitascorbol

I-Contexte du sujet

On se propose dans cette activité de réaliser deux titrages colorimétrique et pH-métrique afin de déterminer de deux façons différentes la masse de vitamine C, ou acide ascorbique, contenue dans un comprimé de Vitascorbol 500. Le premier titrage est un titrage auto-indicateur d'oxydoréduction par une solution de diiode $I_{2(aq)}$, tandis que le second titrage est un titrage acido-basique pH-métrique par une solution d'hydroxyde de sodium ou soude, $(Na^+, HO^-)_{(aq)}$.

II-Documents mis à disposition

Document 1 : La molécule de vitamine C

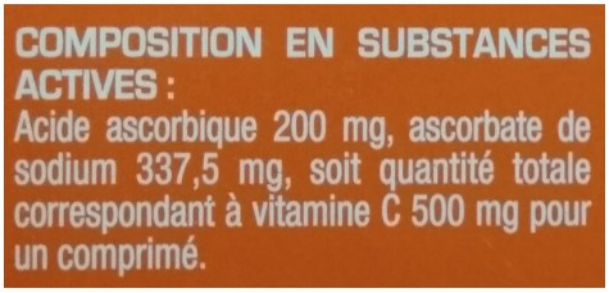


La vitamine C, de formule brute $C_6H_8O_6$, est le nom communément donné à l'acide ascorbique. Sa masse molaire moléculaire est $M = 176\,g.mol^{-1}$.

La vitamine C est un réducteur : l'oxydant associé a pour formule $C_6H_6O_6$. Le couple rédox est $C_6H_6O_6/C_6H_8O_6$. La vitamine C est ainsi facilement oxydée par de nombreux oxydants, en particulier le dioxygène de l'air. C'est pourquoi la vitamine C est un antioxydant : réagissant avec le dioxygène, elle empêche celui-ci d'oxyder les constituants des aliments et protège ainsi les corps gras contre le rancissement, limite l'oxydation des ions nitrite en ions nitrate… La présence de vitamine C dans les aliments est indiquée par le code E300.

La vitamine C est également un acide faible : si on note AH la vitamine C, la base conjuguée est donc A^-. Le couple acide/base est AH/ A^-.

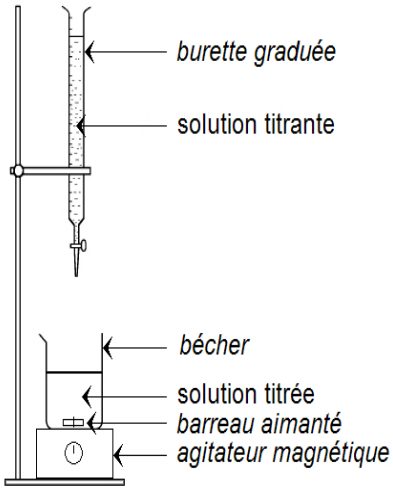
Document 2 : Composition en substances actives d'un comprimé de Vitascorbol 500 et propriétés


COMPOSITION EN SUBSTANCES ACTIVES :
Acide ascorbique 200 mg, ascorbate de sodium 337,5 mg, soit quantité totale correspondant à vitamine C 500 mg pour un comprimé.

La vitamine C est en fait présente sous forme d'un mélange d'acide ascorbique AH et d'ascorbate de sodium NaA dans le comprimé. Lors de la dissolution de ce comprimé dans l'estomac ou dans l'eau, il apparaît alors un mélange constitué de l'acide ascorbique $AH_{(aq)}$ et de sa base conjuguée $A^-_{(aq)}$.

Les deux formes acido-basiques $AH_{(aq)}$ et $A^-_{(aq)}$ ont même propriété rédox et le premier titrage rédox par une solution de diiode $I_{2(aq)}$ ne saurait les distinguer. En revanche, le second titrage acido-basique par la soude permet seulement de déterminer la masse de la forme acide AH de la vitamine C.

<u>Document 3</u> : Principe et réalisation d'un dosage colorimétrique (rappel)



Un **réactif titrant**, de concentration connue, réagit avec le **réactif titré** dont on cherche à déterminer la concentration.

Le réactif titrant est versé petit à petit grâce à la burette graduée : il se produit alors **<u>la réaction de titrage</u>** qui met en jeu le réactif titré et le réactif titrant.

Pour un titrage colorimétrique, il faut :
-Faire un titrage rapide en versant le réactif titrant mL par mL et en repérant le volume équivalent approximatif,
-Faire un titrage précis en versant rapidement le réactif titrant jusqu'à environ 2 mL avant le volume équivalent approximatif, puis faire un goutte à goutte lent,
-Relever le volume à l'équivalence lorsque la solution a changé de couleur.

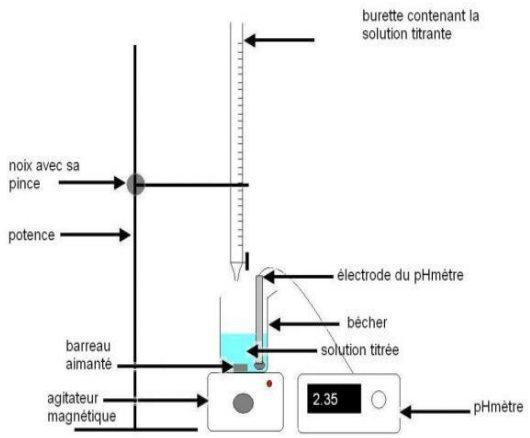
<u>Document 4</u> : Equivalence d'un titrage (rappel)

A l'équivalence, les quantités de matière des réactifs titrant et titré sont nulles : les réactifs **ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de la réaction de titrage.**

Le volume V de solution titrante versé à l'équivalence est appelé **volume équivalent** ou **volume à l'équivalence** et **se note V_{eq}**.

Pour un titrage colorimétrique, l'équivalence se repère par un changement de couleur.

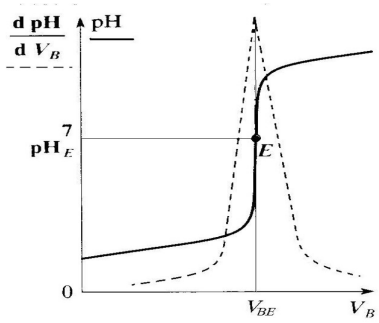
<u>Document 5</u> : Principe et réalisation d'un dosage pH-métrique



Le réactif titrant est versé petit à petit grâce à la burette graduée : il se produit alors **<u>la réaction de titrage</u>** qui met en jeu le réactif titré et le réactif titrant.

Pour un titrage par suivi pH-métrique, il faut :
-Etalonner correctement le pH-mètre.
-Relever la valeur du pH en fonction du volume de solution titrante versé (mL par mL) ;
-Tracer le graphique représentant l'évolution du pH en fonction du volume de solution titrante versé.

<u>Document 6</u> : Méthode de la courbe dérivée



Le point équivalent E peut être déterminé graphiquement par **la méthode de la courbe dérivée** si l'on dispose d'un ordinateur :
-on trace et on lisse, grâce à un tableur-grapheur comme Regressi, la courbe dérivée $\frac{dpH}{dV} = f(V)$ où V est le volume de réactif titrant versé ;
-cette courbe passe par un extremum pour le point équivalent E.

III-Travail à effectuer

Partie A : Titrage redox de la vitamine C par une solution de diiode (45 minutes)

On souhaite réaliser le titrage colorimétrique d'une solution aqueuse de vitamine C, par une solution de diiode $I_{2(aq)}$ à la concentration $C_{I_2} = 6{,}0 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$, afin de remonter à la masse de vitamine C contenue dans un comprimé de Vitascorbol 500.

Pour cela, on dispose d'une solution S qui résulte de la dissolution d'un comprimé de Vitascorbol 500 dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume $V = 500{,}0\ mL$ de solution S.

Suivre le document 3 en titrant un volume $V_S = 10{,}0\ mL$ de solution S prélevée à l'aide d'une pipette jaugée de même volume. Ce volume sera placé dans le bécher car il correspond ici au réactif titré dont on cherche à déterminer la concentration. La solution de diiode, le réactif titrant ici, sera donc placé dans la burette graduée. Afin de mieux repérer l'équivalence, ajouter au préalable une pointe de spatule de thiodène ou d'empois d'amidon qui donne une coloration bleue nuit aux solutions aqueuses contenant du diiode $I_{2(aq)}$.

A1-Sachant que le diiode $I_{2(aq)}$ appartient au couple redox $I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$, écrire l'équation de la réaction support de ce titrage.

A2-Comment repère-t-on ici l'équivalence ? Justifier la réponse.

A3-Donner la valeur du volume équivalent V_{eq}.

A4-A l'aide du document 4, donner la relation existante entre les quantités de matière des réactifs à l'équivalence.

A5-En déduire la quantité de matière n_S(vit C) de vitamine C contenue dans le prélèvement dosé.

A6-Déterminer la quantité de matière n(vit C) de vitamine C contenue dans $V = 500{,}0\ mL$ de solution S.

A7-En déduire la masse de vitamine C contenue dans un comprimé de Vitascorbol 500. Comparer le résultat avec celui indiqué sur l'étiquette (un calcul d'écart relatif est attendu). Conclure.

Partie B : Titrage acido-basique de la vitamine C par une solution de soude (45 minutes)

On souhaite réaliser le titrage pH-métrique d'une solution aqueuse de vitamine C, par une solution de soude, $(Na^+, HO^-)_{(aq)}$, à la concentration $C_B = 1{,}0 \times 10^{-1}\ mol.L^{-1}$, afin de remonter à la masse de la forme acide AH de la vitamine C contenue dans un comprimé de Vitascorbol 500.

Pour cela, on dispose d'une solution S' qui résulte de la dissolution de 50 comprimés de Vitascorbol 500 dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume $V = 500{,}0\ mL$ de solution S'.

Suivre le document 5 en titrant un volume $V_{S'} = 10{,}0\ mL$ de solution S' prélevée à l'aide d'une pipette jaugée de même volume. On rajoutera 10 mL d'eau distillée prélevée à l'éprouvette graduée afin que la sonde du pH-mètre puisse être correctement immergée (ce volume d'eau ne doit pas être pris en compte dans les calculs).

B1-Ecrire l'équation de la réaction support de ce titrage.

B2-Tracer sur Regressi la courbe $pH = f(V_B)$. Lisser cette courbe. Imprimer.

B3-A l'aide du document 6, de la méthode de la courbe dérivée et grâce aux fonctionnalités de Regressi, déterminer la position du point équivalent E et en déduire la valeur du volume équivalent V_{Beq}.

B4-A l'aide du document 4, donner la relation existante entre les quantités de matière des réactifs à l'équivalence.

B5-En déduire la quantité de matière n(AH) de la forme acide de la vitamine C contenue dans $V = 500{,}0\ mL$ de solution S'.

B6-Déterminer la masse de la forme acide AH de la vitamine C contenue dans un comprimé de Vitascorbol 500. Comparer le résultat avec celui indiqué sur l'étiquette (un calcul d'écart relatif est attendu). Conclure.

B7-Vérifier que la composition d'un comprimé de Vitascorbol correspond bien à un apport de 500 mg de vitamine C.